

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 62-6.00.76:338.436.33(571.15)

**В.И. Беляев,
В.И. Добрынин,
С.Н. Серов**

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ. РЕЗЕРВЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ НА АЛТАЕ

Ключевые слова: биоэнергетика, агропромышленный комплекс, инновации.

Возобновляемые энергоисточники за рубежом достаточно широко используются для энергоснабжения изолированных потребителей, что обусловлено, прежде всего, ориентацией на экологически чистое производство энергии. Правительствами зарубежных стран предусмотрен целый ряд мер, способствующих применению установок такого типа. Эти меры связаны не только с льготным инвестированием и выделением государственных субсидий, но и с льготами при эксплуатации, что стимулирует производство энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов.

В России доля электростанций, работающих на возобновляемых природных ресурсах, составляет около 20% от суммарной выработки электроэнергии. При

этом основная часть из них приходится на крупные гидроэлектростанции (около 99%). Малые возобновляемые источники энергии (малые и микро-ГЭС, ветроустановки, геотермальные электростанции) занимают менее 1,5% в структуре производства электроэнергии. Такие электростанции применяются в Камчатской области (геотермальные электростанции), Северо-Западном, Южном, Уральском и Центральном федеральных округах (малые ГЭС), Калининградской области, Республиках Коми, Башкортостане, Калмыкии (ветроустановки). Их суммарная мощность не превышает 15 мВт.

Пока они не нашли применения в Сибирском федеральном округе, но в 2010 г. планируется начать строительство в Завьяловском районе Алтайского края.

Экономическую целесообразность применения возобновляемых источников энергии иллюстрирует таблица 1 [1].

Таблица 1

Экономическая целесообразность применения возобновляемых источников энергии

Для достижения экономической эффективности удельные капиталовложения не должны превышать		Современный уровень
Ветроустановки, тыс. \$/кВт	0,8-1,5	1,0-2,2
Малые и мини-ГЭС, тыс. \$/кВт	1,3-2,0	1,5-2,7
Системы солнечного теплоснабжения, \$/м ²	60-90	130-200
Фотоэлектрические преобразователи, \$/м ²	150-200	800-1300

На фоне всех названных источников энергии наиболее перспективными можно назвать технологии переработки органических отходов, в первую очередь, в агропромышленном комплексе.

Из перечисленных вариантов лучшие конкурентные преимущества обеспечивают малые и микро-ГЭС, главным образом, ввиду:

- широкого диапазона возможных мощностей: от единиц до сотен киловатт (научно-производственный кооператив «Энергетика и экология» в г. Новосибирске – 0,5 кВт, предприятие «Кебрен» в г. Санкт-Петербурге – 1-30 кВт, ассоциация «МАГИ» в г. Москве – от 100 до 600 кВт);

- обеспечения возможности работы в автономном режиме или параллельно с энергосистемой;

- соответствия вырабатываемого электрического тока требованиям ГОСТ по частоте и напряжению;

- минимальных эксплуатационных расходов;

- экологической безопасности принятых проектных, конструкторских и технологических решений;

- полностью автоматизированного режима работы, минимального количества обслуживающего персонала;

- большого срока службы.

По результатам российской сельскохозяйственной переписи в 2006 г. можно оценить потенциальные возможности влияния массового применения биогазовых технологий, установок, станций и систем по переработке органических отходов животноводства и птицеводства в топливо и энергию, а также органические удобрения.

В таблице 2 приведены потенциальные ресурсы производства биогаза, электрической и тепловой энергии при переработке отходов животноводства и птицеводства методами биогазовой технологии и производства экологически чистых, высокоэффективных органических удобрений по всем хозяйствам РФ [2].

При потребности обрабатываемой пашни в удобрениях в количестве 1-3 т/га общее произведенное их количество достаточно для обработки 89,5-268,6 млн га.

Таблица 2

Потенциальные ресурсы производства биогаза, электрической и тепловой энергии

Параметр	Тип хозяйства			
	крупные сельхозпредприятия	фермерские, крестьянские хозяйства	личные, индивидуальные хозяйства	всего
Общее количество хозяйств, тыс.	18,7	37,7	3766,5	3822,9
Общее количество отходов, тыс. т/сут.	361,3	29,61	345,3	736,2
Животноводство, тыс. т/сутки	312,4	29,0	316,7	658,1
Птицеводство, тыс. т/сутки	48,9	0,611	28,6	78,11
Выход биогаза, млн м ³ /год	6351,0	407,36	5668,0	12426,4
Животноводство, млн м ³ /год	4562,5	407,34	4624,0	9593,84
Птицеводство, млн м ³ /год	1788,5	0,0223	1044,0	2832,5
Производство электроэнергии, млрд кВтч/год	12,705	0,86	11,98	25,545
Животноводство, млрд кВт ч/год	9,125	0,815	9,89	19,83
Птицеводство, млрд кВт ч/год	3,58	0,0446	2,09	5,714
Производство тепловой энергии, Фкал/год (10 ¹⁵)	21,3	1,476	20,2	43,0
Животноводство, Фкал/год (10 ¹⁵)	15,3	1,4	16,7	33,4
Птицеводство, Фкал/год (10 ¹⁵)	6,0	0,076	3,5	9,58
Общее производство удобрений, млн т/год	131,8	10,77	126,04	268,61
Животноводство, млн т/год	114,03	10,55	115,6	240,2
Птицеводство, млн т/год	17,8	0,223	10,44	28,46

Для переработки отходов одного среднестатистического хозяйства в биогаз и удобрения необходима биогазовая станция с объемом метатенка – биореактора 400 м³. На его создание, в соответствии с техническими данными, необходимо 14,0 т стали. Стоимость биореактора составит 995,8 тыс. руб. На все аналогичные российские хозяйства потребуется 18700 биогазовых станций, для изготовления которых нужно 281,8 тыс. т при общей стоимости 18,62 млрд руб.

На производство указанного количества стали необходимо 291,4 тыс. т жидкого чугуна при варке в 100 кубометровых печах (на производство 1 т стали требуется 1,114 т жидкого чугуна; 1 т чугуна – 4 т железной руды, 1,5 т кокса и 1 т известняка; 1 т кокса – 1,25 т антрацита). Затраты электроэнергии на варку стали в целом составят 2,36 млрд кВтч, а выработка электроэнергии всеми станциями только в животноводстве достигнет 9,125 млрд кВтч, т.е. в 3,4 раза больше, чем потребуется для изготовления биореакторов – метатенков.

Минимальный срок службы таких реакторов составляет не менее 10 лет, то есть общая выработка электроэнергии в 34 раза превосходит ее затраты на производство стали.

Общее потенциальное количество электроэнергии, которое возможно получить при переработке всего производимого объема биогаза, больше, чем потребляет современное сельское хозяйство России и может достигнуть 111-126% от современного уровня потребления.

Технологические и организационно-экономические особенности в животноводстве обусловили электрическую энергию в качестве основной энергетической базы механизации и автоматизации страны. Здесь оно не только является энергетической базой создания машинных технологий и поточных линий выполнения операций, но и применяется непосредственно в осуществлении технологий (облу-

чение, обеспечение микроклимата, озонирование и обеззараживание воздуха, охлаждение продукции и т.п.).

Одновременно с электроэнергией крупные хозяйства смогут, используя когенераторы, получать тепловую энергию в количестве 21,3 млн Гкал/год (одно хозяйство – 816 Гкал/год).

Биогаз может быть использован и в качестве моторного топлива. Потенциальный объем такого замещения только по животноводству и птицеводству крупных хозяйств составит 3,19 млн т в год, или около 46% от моторного топлива, потребляемого всем АПК России.

Биогазовые технологии как часть отечественной биоэнергетики при их интенсивном внедрении в АПК России окажут значительное влияние на создание высококонкурентного отечественного АПК и эффективное преодоление экономического кризиса в России, что вызовет оживление внутреннего рынка потребления, создающего ВВП.

На примере Алтайского края рассмотрим энергетический потенциал отходов животноводства. Благодаря относительно высокой теплоте сгорания (14-19 МДж на 1 кг сухого вещества) отходы обладают высоким энергетическим потенциалом. Однако исходное сырье имеет высокую влажность (не менее 70%). Поэтому наиболее эффективный способ использования энергетического потенциала биоотходов – это предварительное анаэробное сбраживание, позволяющее получать так называемый биогаз (смесь CH₄ и CO₂). Биогаз обладает теплотой сгорания 20-25 МДж/м³. В результате технологии анаэробного сбраживания, кроме газа, мы получаем жидкий бишлам, который является ценным органическим удобрением.

Определим, по аналогии с российскими показателями, энергетический потенциал отходов животноводства в крае на 2009 г. (табл. 3, 4).

Таблица 3

Энергетический потенциал отходов животноводства в Алтайском крае

Параметр	Тип хозяйства			
	сельхоз-организации	крестьянские хоз-ва и инд. предприниматели	хозяйства населения	всего
Поголовье КРС, тыс. шт.	479,634	26,480	393,392	899,506
В т.ч. коровы, тыс. шт.	185,861	111,29	188,257	385,247
Поголовье свиней, тыс. шт.	78,273	28,261	438,114	544,648
Количество птиц, тыс. шт.	4055,8	27,6	4079,4	8162,8

Утилизируемые отходы животноводства

Параметр	КРС	Свины	Птицы
Выход навоза в расчете на одно животное, кг/сут.	55	6	0,2
Всего животных, птиц во всех типах хоз-в, тыс. шт.	899,506	544,648	8162,8
Всего навоза, тыс. т/сут.	49,5	3,87	1,63
Средняя влажность, %	88,4	87,5	75
Всего абсолютно одного вещества, тыс. т/сут.	5,7	0,4	0,4

Некоторые определения, принятые в работе:

$$1000 \text{ кВт ч} = 0,123 \text{ т.у.т};$$

$$1 \text{ Гкал} = 0,143 \text{ т.у.т}.$$

Валовый (теоретический) потенциал – это суммарная энергия, заключенная в данном виде энергоресурса.

Технический (возможный) потенциал – это величина энергии, которая может быть получена из данного вида энергоресурса. При существующем уровне развития науки и техники он составляет от доли процента до десятка процентов валового потенциала, но постоянно увеличивается по мере развития производства оборудования и освоения новых технологий.

Экономический потенциал – это величина энергии, получение которой от данного вида ресурса экономически выгодно при существующем соотношении цен на оборудование, материалы, рабочую силу и т.д. Он составляет лишь долю от технического потенциала и также увеличивается по мере освоения новой техники и роста экономики. Экономический потенциал зависит от условий экономического развития и существенно различается в разных регионах страны.

По мнению экспертов [3], энергетический потенциал отходов животноводства Алтайского края составляет:

валовый потенциал – 1297,6 тыс. т.у.т;

технический потенциал – 261,2 тыс.

т.у.т;

экономический потенциал – 174,2 тыс.

т.у.т.

В настоящее время имеются все предпосылки для реализации этого потенциала.

Приведенные расчетные данные взяты из формы № 7 статистической отчетности «Поголовье скота и птицы по категориям хозяйств Алтайского края» на 01.01.2010 г.

Уже в ближайшей перспективе при поддержке краевого бюджета планируют выход на проектную мощность (63 тыс. т мяса) предприятия первой и второй очереди «Алтайского бройлера» в Зональном районе, компанией «Приосколье» будет завершено строительство свинокомплекса

«Алтайский бекон» (20 тыс. т свинины в год), на проектную мощность (16 тыс. т) выйдет в этом году ребрихинское предприятие «Альтаир – Агро», продолжатся работы на Озерском свинокомплексе. Все это открывает перспективы для развития биогазовых установок в животноводческих предприятиях края.

Выход газов для различных видов сырья представлен в таблице 4.

Таблица 4

Выход газов для различных видов сырья

Тип сырья	Выход газа, м ³ /т сырья
Навоз коровий	38-52
Навоз свиной	52-88
Помет птичий	47-94
Отходы бойни	250-500
Жир	1300
Барда послеспиртовая	50-100
Зерно	400-500
Силос	200-400
Трава	300-500
Свекольный жом	30-40
Глицерин технический	400-600
Дробина пивная	40-60

При использовании удобрений, полученных на биогазовых установках, урожайность может быть повышена на 30-50%. Обычный навоз, барду или другие отходы нельзя эффективно использовать в качестве удобрения 3-5 лет. При использовании же биогазовой установки биоотходы перебраживают, и перебродившая масса может использоваться как высокоэффективное биоудобрение. Дело не только в экологии, но и в простой выгоде. В обычных биоотходах (навоз) минеральные вещества связаны химически с органикой, что усложняет усвоение их растениями. Например, минерализация в природном навозе составляет 40%, а в перебродившей массе – 60%, то есть минералы уже больше не связаны с органикой. Перебродившая масса – это готовые, экологически чистые жидкие и твердые биоудобрения, лишенные нитритов, семян сорняков, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, специфических запахов.

Технология и принцип работы биогазовой установки. Биогазовая установка производит биогаз и биоудобрения из биоотходов сельского хозяйства и пищевой промышленности путем бескислородного брожения. Биогаз является продуктом жизнедеятельности полезных метанообразующих бактерий. Напомним, что полезные бактерии, помогающие пищеварению, присутствуют в кишечнике любого животного и у человека. Микроорганизмы метаболируют углерод из органических субстратов в бескислородных условиях (анаэробно). Этот процесс, называемый гниением или бескислородным брожением, следует за цепью питания. На рисунках 1, 2 изображены схемы типовых биогазовых установок.

Биоотходы доставляются грузовыми автомобилями или перекачиваются на биогазовую установку насосами. Если установка небольшая, то сырье собирается в выгребной яме (сборнике) возле реактора. Из сборника реактор непрерывно наполняется с помощью помпы.

Отходы растительной массы или другие коферменты привозят грузовиками, разгружаемыми в закрытые сборники (выгребные ямы), которые обычно закрыты для уменьшения выделяемых неприятных запахов и открываются только для добавления коферментов. Для более эффективного уменьшения запахов доставка иногда производится в закрытых машинах.

Сначала коферменты высыпаются (перемальваются), гомогенизируются и перемешиваются с навозом (пометом). Гомогенизация чаще всего выполняется при температуре 70⁰С в течение одного часа при размере максимальной частицы 1 см. Гомогенизация с навозом производится в перемешивающем резервуаре с мощными мешалками.

Реактор является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром из железобетона. Эта конструкция теплоизолируется, потому что внутри резервуара должна быть фиксированная для микроорганизмов температура. Она может быть или мезофильной (около 35⁰С), или же термофильной (около 55⁰С). Внутри реактора находится миксер, предназначенный для полного перемешивания содержимого реактора. Иногда перемешивание осуществляется миксером, а иногда и погруженными мешалками. Создаются условия для отсутствия плавающих слоев и (или) осадка. Микроорганизмы должны быть обеспечены всеми необходимыми питательными веществами. Свежее сырье должно подаваться в реактор небольшими порциями несколько раз в день. Среднее время гидравлического отставания внутри реактора (в зависимости от субстратов) – 20-40 дней. На протяжении этого времени органические вещества внутри биомассы метаболизируются (преобразовываются) микроорганизмами.

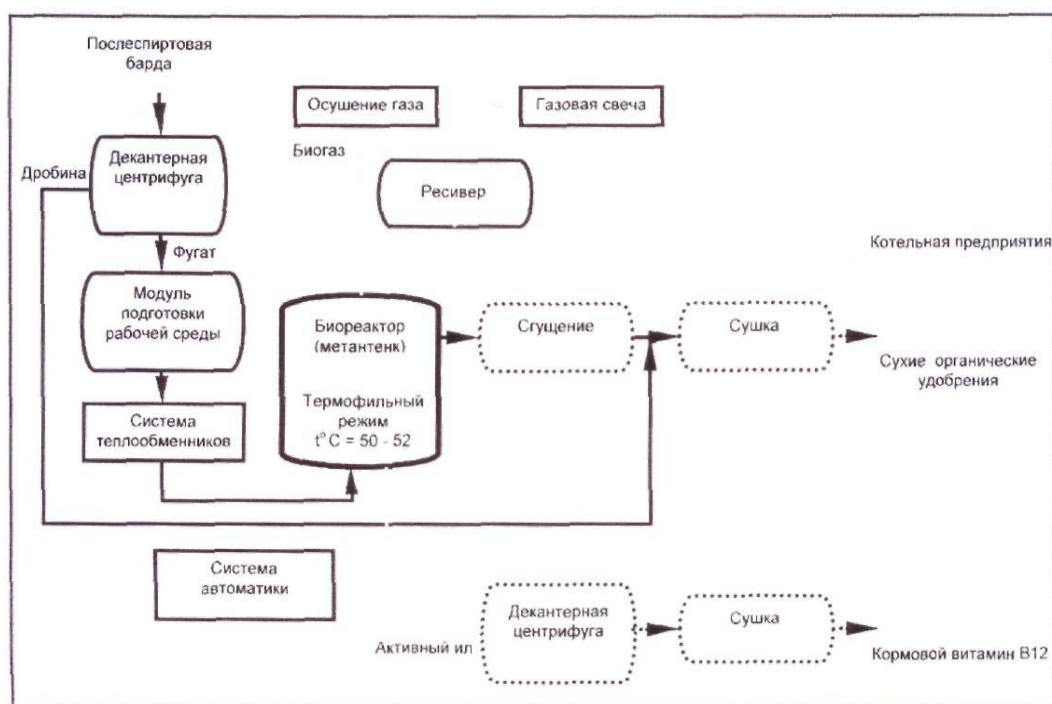


Рис. 1. Комплекс по переработке послеспиртовой барды ООО СК «Аврора» (Россия)

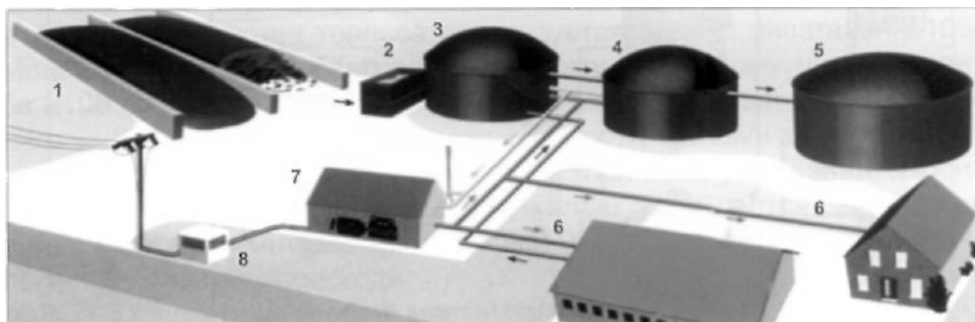


Рис. 2. Схема типовой биогазовой установки (Германия):
 1 – участок хранения биомассы; 2 – система загрузки биомассы; 3 – реактор;
 4 – реактор дображивания; 5 – субстратер; 6 – система отопления; 7 – силовая установка;
 8 – система автоматики и контроля

На выходе установки образуется два продукта: биогаз и субстрат (компостируемый и жидкий). Последний сохраняется в стандартном танкере для хранения (складирования) удобрения. В Германии этот компостируемый субстрат в основном используется как удобрение из-за высокой концентрации аммиака (CH_4). Биогаз же сохраняется в емкости для хранения газа – газгольдере, в котором выравниваются давление и состав газа.

Из газгольдера идет непрерывная подача газа в газовый или дизель-газовый двигатель-генератор. Здесь уже производятся тепло и электричество. Крупные биогазовые установки достигают мощности несколько МВт и имеют аварийные факельные установки на случай, если двигатели не работают и биогаз нужно сжечь. Газовая система может включать в себя вентилятор, отводчик газа, десульфуратор и т.п. Параметры контролируются автоматически. Биогазовая установка работает по 24 ч в сутки, круглый год. Это еще одно ее преимущество. Для управления автоматикой достаточно 1 че-

ловека 2 ч в день. Этот сотрудник ведет контроль с помощью компьютера, а также работает на тракторе для подачи биомассы.

За 7 лет немецкой фирмой построены, запущены, успешно и надежно работают более 150 установок в Германии, Голландии, Канаде, Польше, Республике Беларусь.

Библиографический список

1. Панцхава Е.С. Отечественная биоэнергетика / Е.С. Панцхава // Академия энергетика. – 2009. – № 4(30). – С. 42-47.
2. Алексеенко С.В. Энергетика, нетрадиционная энергетика и энергоресурсосбережение / С.В. Алексеенко // Проблемы нетрадиционной энергетика: матер. науч. сессии Президиума СО РАН. – Новосибирск: СО РАН, 2006. – С. 12-31.
3. Федянин В.Я. Инновационные технологии для повышения эффективности Алтайской энергетика / В.Я. Федянин, В.А. Мещеряков. – Барнаул, 2010. – С. 166-169.



УДК 537.228.1(088.8)

Ю.В. Кандрин,
 О.В. Цымбалист

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ КОНТРОЛЕ СРЕДЫ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ключевые слова: контролируемая среда, ультразвуковые колебания, ко-

эффициент затухания, акустический сигнал, математический анализ.